

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 57-069137

(43)Date of publication of application : 27.04.1982

(51)Int.Cl.

F16F 15/26
F02B 77/00

(21)Application number : 55-146087

(71)Applicant : KAWASAKI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 17.10.1980

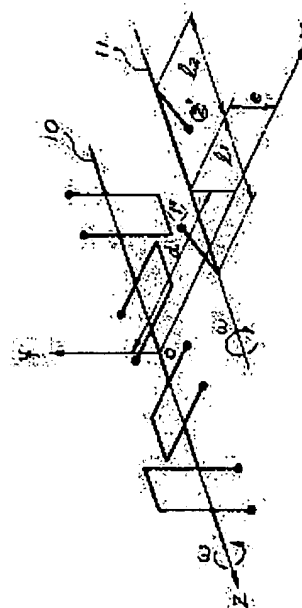
(72)Inventor : SHIMADA KAZUO

(54) BALANCER FOR FOUR-CYLINDER ENGINE

(57)Abstract:

PURPOSE: To completely eliminate the primary and secondary inertial forces and inertial couple, by adopting special crankpin arrangement for an engine of four unusually arranged cylinders and providing only one balancer shaft which rotates at the same speed in the opposite direction as to the crankshaft of the engine.

CONSTITUTION: Crankpins are placed at 0° for a first cylinder, 90° for a second cylinder, 270° for a third cylinder and 180° for a fourth cylinder, respectively. A single balancer shaft 11, which rotates at the same speed in the opposite direction as to a crankshaft 10, is provided in parallel therewith. Two counterbalances (1)', (2)' for the first and the second cylinders or for the third and the fourth cylinders are provided on the balancer shaft 11. The weight, radius from the center of gravity and phase angle of the counterbalances (1)', (2)' are set at prescribed values to completely eliminate the primary and secondary inertial forces and inertial couple.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57-69137

⑬ Int. Cl.³

F 16 F 15/26

F 02 B 77/00

識別記号

庁内整理番号

6581-3J

6669-3G

⑭ 公開 昭和57年(1982)4月27日

発明の数 1

審査請求 有

(全 4 頁)

⑮ 4気筒エンジンのバランス装置

株式会社明石工場内

⑯ 特 願 昭55-146087

⑰ 出 願 昭55(1980)10月17日

⑱ 発 明 者 島田和男

明石市川崎町1-1川崎重工業

⑲ 出 願 人 川崎重工業株式会社

神戸市生田区東川崎町2丁目14

番地

⑳ 代 理 人 弁理士 大森忠孝

明 細 書

1. 発明の名称

4気筒エンジンのバランス装置

2. 特許請求の範囲

クランクピン配列が第1気筒 0°、第2気筒 90°、第3気筒 270°、第4気筒 180°のクランク軸に対し、等速逆転の1本のバランス軸をクランク軸と平行に設け、バランス軸上に第1、第2気筒用と第3、第4気筒用の2組のバランスウェイトを設けたことを特徴とする4気筒エンジンのバランス装置

3. 発明の詳細な説明

本発明は従形列型4気筒エンジンのバランス装置に関するもので、1次及び2次の慣性力及び慣性偶力を完全に0にすることを目的としている。

従来広く採用されている4気筒4サイクルエンジンのクランクピン配列は第1、第4気筒 0°、第2、第3気筒 180°であり、このような4気筒では、1次の慣性力及び慣性偶力と、2次の慣性偶力のみであるが、2次の慣性力が残る。これを

消滅しようとすれば、クランク軸の2倍の角速度で回転するバランス軸を1対設ける必要があり、バランス軸軸受の耐久性及び振動騒音上頭々の困難を伴う。しかもこのバランスは1対を互いに逆転させる必要があり、その駆動方法や機構に占めるスペースを確保することが困難である。更に、バランス軸相互及びクランク軸に対する配位には一定の幾何学的条件を満たすのしか許されず、これを要すると余分の慣性力等を生ずるため、設計の自由度が大幅に制限される。

本発明は特異なクランクピン配列を採用することにより、クランク軸と等速逆転の1組のバランス軸を設けるのみで、実用上問題にされる1次及び2次の慣性力及び慣性偶力を完全に0にできるようにしたもので、クランクピン配列が第1気筒 0°、第2気筒 90°、第3気筒 270°、第4気筒 180°のクランク軸に対し、等速逆転の1本のバランス軸をクランク軸と平行に設け、バランス軸上に第1、第2気筒用と第3、第4気筒用の2組のバランスウェイトを設けたことを特徴としており、次

に図面により説明する。

第1図は本発明において新たに採用されるクランク軸の斜視図で、図中①、②、③、④は第1～第4気筒又は各気筒のクランクピン位置を示しており、クランクピン配列は第1気筒 0°、第2気筒 90°、第3気筒 270°、第4気筒 180°であり、第1、第4気筒は同一平面内、第2、第3気筒は直角な別の同一平面内にある。第2図は第1図の2軸矢視図である。

第3図は本発明を適用したエンジンのクランク軸10とバランス軸11の斜視図、第4図は第3図の2軸矢視図で、図中、Oはクランク軸中心、O_Bはバランス軸中心である。図中、2aは第1、第4気筒間の間隔(ピンチ)、2bは第2、第3気筒間の間隔(ピンチ)、dはクランク軸とバランス軸の左右間隔、eはクランク軸とバランス軸の上下間隔、lはコネクティングロッドの長さ、ωは回転角速度、①、②はバランス軸11上のバランスウェイト、(l₁+l₂)はバランスウェイト①、②間の間隔(ピンチ)を示している。

- 3 -

$$M = \frac{2 \cdot r \cdot \omega^2}{g} \begin{pmatrix} a(Wrot - Wrec) \cos \theta \\ -b(Wrot - Wrec) \sin \theta \\ bWrot \cos \theta + aWrot \sin \theta \\ 0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

従つて2次までの範囲では、1次の慣性偶力のみに限ることがわかる。さて次にこの機構に図3の如きバランスを設けクランク軸に対し等速かつ逆回転させる。図4は図2と同じく2軸方向より見たものである。

このバランスの発生する偶力 M_B は下記の様になる。ただし

W_B: 重量の総量

R_B: 重量の重心の回転軸からの距離

$$M_B = \frac{W_B \cdot R_B \cdot \omega^2}{g} \begin{pmatrix} -(l_1 + l_2) \cos(\theta + \varphi) \\ (l_1 + l_2) \sin(\theta + \varphi) \\ 0 \end{pmatrix} \quad (2)$$

よつて(1)と(2)の和が恒時的に0になるようにすれば、本機構から発生する変動を常に消去できるこ

- 5 -

特開昭57- 69137 (2)

第1図に示すクランク軸10を採用すると1次の慣性偶力のみが残り、これを消すためにクランク軸10と等速回転の1本のバランス軸11(第3、第4図)を設ければ良くなる。そして図示の構造を採用すると、1次及び2次の慣性力及び慣性偶力を完全に0にできること及びその場合どのようなバランスウェイトを設ければ良いかは次に示す計算で明らかである。

W_{rec}: 各気筒の往復運動部重量

W_{rot}: 各気筒の回転運動部重量(クランクピン位置換算値でありピンの逆方向を向いているとする)

g: 重力加速度

r: クランク半径

ω: クランク軸回転角速度(θ=ωt、t: 時間)

とすると、この機構全体の慣性力F及び慣性偶力Mは次の様になる。

$$F = \frac{W_{rec} \cdot r \cdot \omega^2}{g} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

- 4 -

とが分る。

$$\text{つまり } M + M_B = 0 \quad (4)$$

先ずx軸まわりの偶力が0になるには

$$W_B \cdot R_B \cdot (l_1 + l_2) \cos(\theta + \varphi) - 2 \cdot a \cdot r \cdot (Wrot - Wrec) \cos \theta + 2 \cdot b \cdot r \cdot (Wrot - Wrec) \sin \theta = 0 \quad (5)$$

が必要である。(5)式中のcos(θ+φ)を展開し、cos θ及びsin θに関してまとめると、

$$\{W_B \cdot R_B \cdot (l_1 + l_2) \cos \varphi - 2ar(Wrot - Wrec)\} \cos \theta - \{W_B \cdot R_B \cdot (l_1 + l_2) \sin \varphi - 2br(Wrot - Wrec)\} \sin \theta = 0 \quad (6)$$

従つてcos θ及びsin θの係数が0であればよい。

$$W_B \cdot R_B \cdot (l_1 + l_2) \cos \varphi - 2ar(Wrot - Wrec) = 0 \quad (7)$$

かつ

$$W_B \cdot R_B \cdot (l_1 + l_2) \sin \varphi - 2br(Wrot - Wrec) = 0 \quad (8)$$

次に、y軸まわりの偶力が0になるには

$$W_B \cdot R_B \cdot (l_1 + l_2) \sin(\theta + \varphi) + 2br \cdot Wrot \cos \theta + 2a \cdot r \cdot Wrot \sin \theta = 0 \quad (9)$$

が必要であつて、前記と同様にして

$$W_B \cdot R_B \cdot (l_1 + l_2) \sin \varphi + 2br \cdot Wrot = 0 \quad (10)$$

- 6 -

$W_B \cdot R_B \cdot (\theta_1 + \theta_2) \cos \varphi + 2a \cdot r \cdot W_{rot} = 0$ (11)
が得られる。

よつて(7)個の方程式を立てて解けば次の解が得られる。

$$W_{rot} = \frac{1}{2} W_{rec} \text{ (12)}$$

$$W_B \cdot R_B = \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{r_1 + r_2} \cdot W_{rec} \cdot r \text{ (13)}$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left(\frac{-a}{\sqrt{a^2 + b^2}} \right) = \sin^{-1} \left(\frac{-b}{\sqrt{a^2 + b^2}} \right) \text{ (14)}$$

従つて以上を要約すれば式(12)、(13)を満たすべく、回転運動距離、バランス重錘の質量と重心半径の積、及び位相角をとれば、唯一本の1次バランスを設けることにより本発明クランク機構は実用上問題となる2次までの慣性力及び慣性偶力を完全に消去し得る。

本発明を採用した4サイクルエンジンの場合の燃焼間隔は第5図に示す8種類があるが、点火が偶数でない意味において、2重丸を付したものの、即

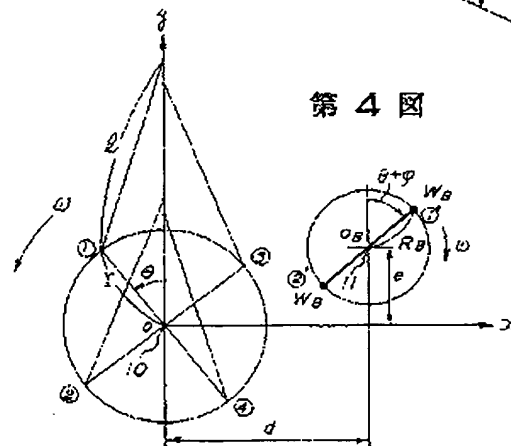
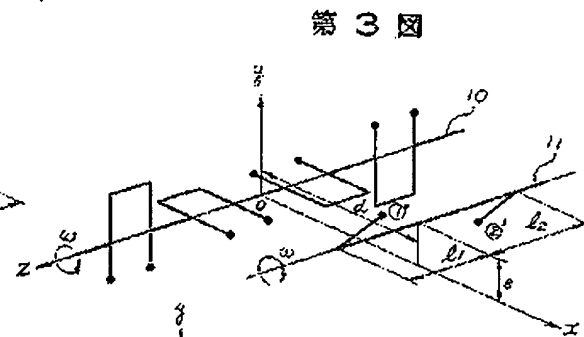
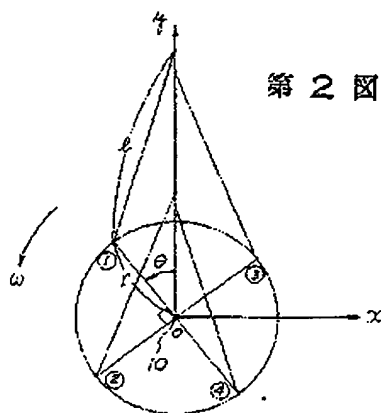
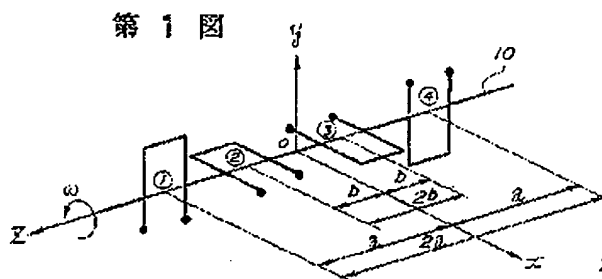
特開昭57- 69137 (3)

ち燃焼間隔が 180° と、 $180^\circ \pm 90^\circ$ を含むものが好ましい。

以上説明したように本発明によるとクランク軸と等速で回転するバランスを1個設けるだけであるから、従来の2気筒におけるバランスの技術で済み、軸受寿命等の問題は解消する。又バランスは1個であるから、その占有スペースは小さくなり、更にクランク軸に対して配重上の制限はなく、設け上の自由度が極めて大きくなる。このように本発明によるとクランク軸と等速回転のバランスを、ただ1個設けるのみで実用上問題にされる1次及び2次の慣性力及び慣性偶力を完全に消去し得る。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に採用されるクランク軸の斜視図、第3図は本発明を適用したエンジンのクランク軸とバランス軸の斜視図、第2図は第1図のZ軸矢視図、第4図は第3図のZ軸矢視図、第5図は燃焼間隔を示す図面である。10…クランク軸、11…バランス軸



特開昭57- 69137 (4)

第 5 図

